



Ruang bebas dan jarak bebas minimum pada Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) dan Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi (SUTET)



Daftar isi

Daftar isi.....	i
Prakata	ii
Prakata	ii
1 Ruang lingkup.....	1
2 Acuan normatif.....	1
3 Istilah dan definisi	2
3.1 Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT).....	2
3.2 Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi (SUTET)	2
3.3 jarak bebas minimum vertikal dari konduktor	2
3.4 jarak bebas minimum horizontal dari sumbu vertikal menara/tiang	2
3.5 ruang bebas.....	2
3.6 lapangan terbuka atau daerah terbuka.....	2
3.7 daerah dengan keadaan tertentu.....	2
3.8 lapangan umum	3
3.9 bangunan.....	3
3.10 permukaan bumi.....	3
3.11 tanaman/ tumbuhan.....	3
3.12 sirkit tunggal.....	3
3.13 sirkit ganda	3
3.14 konfigurasi konduktor.....	3
3.15 jarak gawang dasar	3
4 Persyaratan umum	3
4.1 Dasar penetapan ruang babas	3
4.2 Dasar penetapan jarak bebas minimum vertikal dari konduktor pada SUTT	4
4.3 Dasar penetapan Jarak babas minimum vertikal dari konduktor pada SUTET	4
4.4 Jarak babas minimum vertikal dari konduktor pada SUTT dan SUTET	5
4.5 Jarak babas minimum horizontal dari sumbu vertikal menara/tiang pada SUTT dan SUTET	5
4.6 Ruang babas pada SUTT dan SUTET	5
5 Persyaratan khusus	5

Prakata

Standar Ruang Bebas dan Jarak Bebas Minimum pada Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) dan Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi (SUTET) ini merupakan revisi khusus dari SNI 225-1987, Peraturan Umum Instalasi Listrik Indonesia 1987 (PUIL 1987), Pasal 760, Pemasangan Penghantar Udara di Luar Bangunan. Huruf : Jarak antara Penghantar Udara Tegangan Tinggi (SUTT) dan Ekstra Tinggi (SUTET) dengan bumi dan dengan benda lain.

Panitia Teknik Standar Ruang Bebas Saluran Udara Tegangan Tinggi dan Saluran Udara Ekstra Tinggi merumuskan Standar ini mengacir pada beberapa dokumen standar dan dokumen pembanding.

Standar ini disiapkan oleh Panitia Teknik Standar Ruang Bebas Saluran Udara Tegangan Tinggi dan Saluran Udara Ekstra Tinggi yang dibentuk dengan Keputusan Direktur Jenderal Listrik dan Pemanfaatan Energi Nomor : 42-12/40/600.3/2001 tanggal 2 Juli 2001.

Standar Nasional Indonesia (SNI) ini telah dibahas dalam Forum Konsensus ke XVII SNI bidang Rekayasa Elektroteknika pada tanggal 23 Oktober 2001 dan akan diberlakukan sebagai SNI wajib. Selanjutnya, berdasarkan keputusan Forum Konsensus XVII, masalah pencantuman "Klasifikasi bangunan tidak tahan api dan jarak minimum pompa bensin" sesuai dengan keputusan Menteri Pertambangan dan Energi Nomor : 01.P/47/MPE/1992, perlu dibahas oleh panitia teknik bersama dengan PT. PLN (Persero) Unit Bisnis Strategis-Pusat Pengendalian dan Pengaturan Beban. Untuk maksud tersebut telah dilakukan rapat di Bandung tanggal 12 sampai dengan 14 Nopember 2001 dilanjutkan pada rapat tanggal 12 Desember 2001 di Kantor Direktorat Jenderal Listrik dan Pemanfaatan Energi – Jakarta, ditetapkan bahwa hal tersebut tidak termasuk dalam ruang lingkup standar ini.

Dalam penyusunan standar ini dokumen pembanding yang dipakai sebagai berikut :

K. Nakajima, *Design manual of overhead transmission lines*, Nippon Koei Co. Ltd., 1987. The New Japan Engineering Consultants Inc., East Java Transmission Lines And Substation Project, *Text for intensive lecture on transmission lines (overhead lines)*, 1989. Merz and McLellan Ltd., PT Encona Engineering Inc., *Java 504 kV Transmission System •-Engineering Report*, 1980.

Merz and McLellan Ltd., Lahmeyer International GmbH, PT Connusa Energindo, *Engineering Services 275 kV Power Transmission Line Lubuk Linggau - Bukit Asam Asian Development Bank Power XXIII, Volume I, benign Report*, 1995.

EPPI, *Transmission Line Reference Book, 345 kV and above*, Second edition, Revised, 1987.

Diharapkan masyarakat standardisasi ketenagalistrikan memberikan saran dan usul

perbaikan demi kesempurnaan standar ini.

Semoga SNI ini bermanfaat bagi kita, terutama dalam menunjang pembangunan nasional untuk kesejahteraan masyarakat.





Ruang bebas dan jarak bebas minimum pada Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) dan Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi (SUTET)

1 Ruang lingkup

Standar ini berlaku sebagai pedoman untuk menetapkan ruang batas dan jarak bebas minimum pada Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) dan Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi (SUTET).

Standar ini berlaku untuk SUTT dengan tegangan nominal 66 kV dan 150 kV serta SUTET dengan tegangan nominal 275 kV dan 500 kV di Indonesia, baik dengan menggunakan menara baja maupun tiang baja/beton.

2 Acuan normatif

Standar ini menggunakan dokumen acuan dan dokumen pembandingan sebagai berikut :

SNI 04-0227-1994, *Tegangan standar*.

IEC 60033, Amendment 2:1997, *IEC standard voltages*.

IEC 60071-1:1993, *Insulation co-ordination - Part 1 : Definitions, principles and rules*.

IEC 60071-2:1993, *Insulation co-ordination - Part 2 : Application guide*.

IEC 1089:1991, *Round wire concentric lay overhead electrical stranded conductor*.

IRPA/INIRC Guidelines, *Interim guidelines on limits of exposure to 50/60 Hz electric and magnetic fields*, 1989.

HD 637 S1 (Harmonization Document), *Power installation exceeding 1 kV a.c.*, CENELEC, 1999.

French Standard NF C 13-200, *High voltage electrical installations - Rules*, 1989.

ANSI C2 - 1997, *National Electrical Safety Code (NESC)*.

SPLN 67-1A : 1986, *Kondisi spesifik Indonesia - Bagian satu : A. Kondisi a/am*.

SPLN 121 : 1996, *Konstruksi saluran udara tegangan tinggi 70 kV dan 150 kV dengan tiang beton/baja*.

3 Istilah dan definisi

Istilah dan definisi yang digunakan dalam standar ini sebagai berikut:

3.1

Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT)

saluran tenaga listrik yang menggunakan kawat telanjang (konduktor) di udara bertegangan nominal di atas 35 kV sampai dengan 230 kV

3.2

Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi (SUTET)

saluran tenaga listrik yang menggunakan kawat telanjang (konduktor) di udara bertegangan nominal di atas 230 kV atau mempunyai tegangan tertinggi untuk perlengkapan di atas 245 kV.

3.3

jarak bebas minimum vertikal dari konduktor

jarak terpendek secara vertikal antara konduktor SUTT atau SUTET dengan permukaan bumi atau benda di atas permukaan bumi yang tidak boleh kurang dari jarak yang telah ditetapkan demi keselamatan manusia, makhluk hidup dan benda lainnya serta keamanan Operasi SUTT dan SUTET

3.4

jarak bebas minimum horizontal dari sumbu vertikal menara/tiang

jarak terpendek secara horizontal dari sumbu vertikal menara/tiang ke bidang vertikal ruang bebas; bidang vertikal tersebut sejajar dengan sumbu vertikal menara/tiang dan konduktor

3.5

ruang bebas

ruang yang dibatasi oleh bidang vertikal dan horizontal di sekeliling dan di sepanjang konduktor SUTT atau SUTET di mana tidak boleh ada benda di dalamnya demi keselamatan manusia, makhluk hidup dan benda lainnya serta keamanan operasi SUTT dan SUTET

3.6

lapangan terbuka atau daerah terbuka

kawasan di mana:

- tidak terdapat tanaman/tumbuhan dan benda lainnya, atau
- terdapat tanaman/tumbuhan dan benda lainnya yang tingginya tidak melebihi 4 (empat) meter.

3.7

daerah dengan keadaan tertentu

kawasan yang secara permanen atau sementara dipergunakan untuk sarana pelayanan umum maupun khusus yang memerlukan ruang dengan tinggi di atas permukaan bumi lebih dari 4 (empat) meter antara lain: daerah perumahan, daerah industri/pabrik, daerah pertokoan, pasar, terminal bus/angkutan umum, perkantoran, gudang, lapangan umum, tanaman/tumbuhan, hutan, perkebunan, lalu-lintas jalan/jalan raya, rel kereta biasa, konduktor kereta listrik, lalu-lintas air, instalasi lain seperti jembatan besi, rangka besi penahan, saluran udara tegangan rendah (SUTR), saluran udara tegangan menengah (SUTM), SUTT, SUTET, saluran udara telekomunikasi, antena radio, antena televisi

3.8**lapangan umum**

kawasan terbuka yang sewaktu-waktu digunakan untuk kegiatan dengan menggunakan benda setinggi antara 4 (empat) meter sampai dengan 8 (delapan) meter

3.9**bangunan**

semua jenis bangunan dengan tinggi lebih dari 4 (empat) meter

3.10**permukaan bumi**

permukaan tertinggi dari bumi itu sendiri, permukaan rel kereta api, permukaan jalan dan permukaan air tertinggi pada saat pasang atau banjir, yang dipergunakan sebagai patokan untuk menetapkan jarak bebas minimum

3.11**tanaman/ tumbuhan**

semua jenis tumbuhan dengan tinggi lebih dari 4 (empat) meter

3.12**sirkuit tunggal**

sirkuit yang mempunyai sistem fase tiga dengan tiga buah konduktor atau tiga buah bundel konduktor fase, konfigurasi horizontal

3.13**sirkuit ganda**

sirkuit yang mempunyai dua sistem fase tiga, yang masing-masing sirkuit terdiri atas tiga buah konduktor atau tiga buah bundel konduktor fase, konfigurasi vertikal

3.14**konfigurasi konduktor**

bentuk susunan konduktor fase, yaitu posisi tegak (vertikal) atau mendatar (horizontal)

3.15**jarak gawang dasar**

jarak horizontal antar dua menara atau tiang dengan persyaratan desain tertentu yang menghasilkan biaya konstruksi saluran (SUTT atau SUTET) yang paling ekonomis.

4 Persyaratan umum**4.1 Dasar penetapan ruang bebas**

Ruang bebas ditetapkan dengan mempertimbangkan :

- a. jarak konduktor dari sumbu vertikal menara/tiang;
- b. jarak horizontal akibat ayunan (*swing*) konduktor pada kecepatan angin 15 m/detik (sudut ayunan 20°);
- c. jarak bebas impuls petir- untuk SUTT (lihat label 1) atau jarak bebas *impuls switsing* untuk SUTET (lihat Tabel 2)

- d. jarak bebas minimum vertikal dari konduktor;
- e. lendutan konduktor didasarkan pada suhu konduktor maksimum (80°C untuk ACSR - konduktor aluminium berpenguat baja).

Lendutan (sag) konduktor antara dua menara/tiang ditentukan oleh berat konduktor, jarak gawang (*span*) dari kuat tarik konduktor. Untuk menghitung lendutan digunakan rumus :

$$D = \frac{WS^2}{8T}$$

dengan:

- D = lendutan (m)
- W = berat konduktor per satuan panjang (kg/m)
- S = jarak gawang (m)
- T = kuat tarik konduktor pada suhu 80°C (kg)

4.2 Dasar penetapan jarak bebas minimum vertikal dari konduktor pada SUTT

Jarak bebas minimum vertikal dari konduktor pada SUTT ditetapkan dengan mempertimbangkan :

- a. lendutan konduktor didasarkan pada suhu konduktor maksimum (80°C untuk ACSR - konduktor aluminium berpenguat baja); Lendutan konduktor antara dua menara/tiang ditentukan sesuai butir 4.1e.
- b. konduktor dengan jenis sesuai IEC 1089: A1/S2A atau A1/S2B (ACSR), atau A1/SA1A (ACSR/AS) berukuran 125 mm² — 26/7 sampai dengan 450 mm² -54/7;
- c. lendutan maksimum diukur pada tengah gawang;
- d. jarak gawang dasar SUTT 66 kV menara baja: 300 m;
- e. jarak gawang dasar SUTT 66 kV tiang baja: 160 m;
- f. jarak gawang dasar SUTT 66 kV tiang baton: 60 m;
- g. jarak gawang dasar SUTT 150 kV menara baja: 350 m;
- h. jarak gawang dasar SUTT 150 kV tiang baja: 200 m;
- i. jarak gawang dasar SUTT 150 kV tiang baton: 80 m.

4.3 Dasar penetapan Jarak bebas minimum vertikal dari konduktor pada SUTET

Jarak bebas minimum vertikal dari konduktor pada SUTET ditetapkan dengan mempertimbangkan :

- a. persyaratan keselamatan dari medan listrik dan medan magnet yang ditetapkan oleh IRPA/ INIRC, (lihat Tabel 3);
- b. obyek berjarak 1 m di atas bumi (untuk jarak bebas minimum vertikal ke bumi);
- c. SUTET 275 kV sirkit ganda menggunakan bundel konduktor: 2 x A1/S2A atau 2 x A1/S2B (ACSR), atau 2 x A1/SA1A (ACSR/AS) berukuran 250 mm² - 26/7 sampai dengan 450 mm² - 54/7 dengan spasi 40 cm;

- d. SUTET 500 kV sirkit tunggal dan ganda menggunakan bundel konduktor: 4 x A1/S2A atau 4 x A1/S2B (ACSR), atau 4 x A1/SA1A (ACSR/AS) berukuran $250 \text{ mm}^2 - 26/7$ sampai dengan $450 \text{ mm}^2 - 54/7$ dengan spasi 45 cm;
- e. jarak gawang dasar SUTET 275 kV: 400 m, jarak gawang dasar SUTET 500 kV: 450 m;
- f. susunan fase secara vertikal untuk sirkit ganda pada SUTET 275 kV dan 500 kV;
- g. jarak antar sirkit pada SUTET 275 kV sirkit ganda: 11,6 m;
- h. jarak antar sirkit pada SUTET 500 kV sirkit ganda: 14,6 m;
- i. jarak antar fase pada SUTET 500 kV sirkit tunggal: 12 m.

4.4 Jarak babas minimum vertikal dari konduktor pada SUTT dan SUTET

Jarak bebas minimum vertikal dari konduktor pada SUTT dan SUTET dapat dilihat pada Tabel 4.

4.5 Jarak babas minimum horizontal dari sumbu vertikal menara/tiang pada SUTT dan SUTET

Jarak babas minimum horizontal dari sumbu vertikal menara/tiang pada SUTT dan SUTET dapat dilihat pada Tabel 5.

4.6 Ruang babas pada SUTT dan SUTET

Ruang babas pada SUTT dan SUTET dapat dilihat pada Gambar 1 sampai dengan Gambar 6.

5 Persyaratan khusus

Standar ini berdasarkan parameter yang terbanyak dipakal di Indonesia.

Untuk kondisi tertentu dan/atau kondisi khusus yang parameternya berbeda dengan parameter persyaratan umum (antara lain: tegangan nominal, bentuk menara/tiang, Jenis atau ukuran konduktor, jumlah sirkit, susunan fase, susunan sirkit) perlu perhitungan dan persyaratan tersendiri.

Tabel 1 Jarak bebas minimum impuls petir

Tegangan nominal (kV) (nilai efektif)	Tegangan tertinggi untuk perlengkapan (kV) (nilai efektif)	Tegangan ketahanan impuls petir standar (kV) (nilai puncak)	Jarak bebas minimum (mm)	
			Struktur ke batang	Struktur ke konduktor
66	72,5	325	630	630
150	170	750	1500	1500

Tabel 2 Jarak bebas minimum impuls switsing untuk SUTET

Tegangan nominal (kV) (nilai efektif)	Tegangan tertinggi untuk perlengkapan (kV) (nilai efektif)	Tegangan ketahanan impuls switsing standar fase ke bumi (kV) (nilai puncak)	Jarak bebas minimum fase ke bumi (mm)	
			Struktur ke batang	Struktur ke konduktor
275	300	850	2400	1800
500	525	1175	4100	3100

Tabel 3 Ambang batas paparan medan listrik dan medan magnet 50/60 Hz

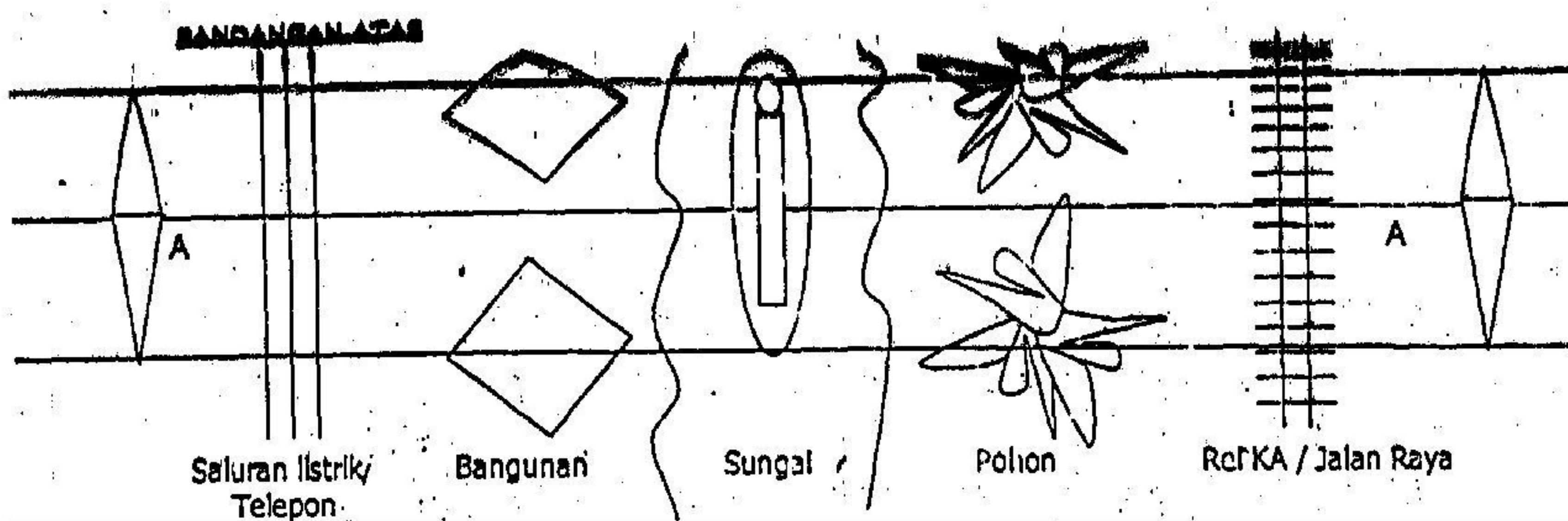
Karakteristik paparan	Kuat medan listrik kV/m (efektif)	Kuat medan magnet (kepadatan fluks magnet) mT (efektif)
<u>Yang berhubungan dengan pekerjaan</u> Seluruh hari kerja Jangka pendek Hanya pada lengan	10 30 ^a -	0,5 5 ^b 25
<u>Yang berhubungan dengan masyarakat umum</u> Sampai dengan 24 jam/hari ^c Beberapa jam/hari ^d	5 10	0,1 1
<p>^a Durasi paparan medan antara 10 dan 30 kV/m dapat dihitung dari rumus $t \leq 80/E$, dengan t adalah durasi dalam jam per hari kerja dan E adalah kuat medan listrik dalam kV/m.</p> <p>^b Durasi paparan maksimum adalah 2 jam per hari kerja.</p> <p>^c Pembatasan ini berlaku untuk ruang terbuka di mana anggota masyarakat umum dapat secara wajar diperkirakan menghabiskan sebagian besar waktu selama satu hari, seperti misalnya kawasan rekreasi, lapangan untuk bertemu dan lain-lain yang semacam itu.</p> <p>^d Nilai kuat medan listrik dan kuat medan magnet dapat dilampaui untuk durasi beberapa menit/hari asalkan diambil tindakan pencegahan untuk mencegah efek kopling tak langsung.</p>		

Tabel 4 Jarak bebas minimum vertikal dari konduktor (C)

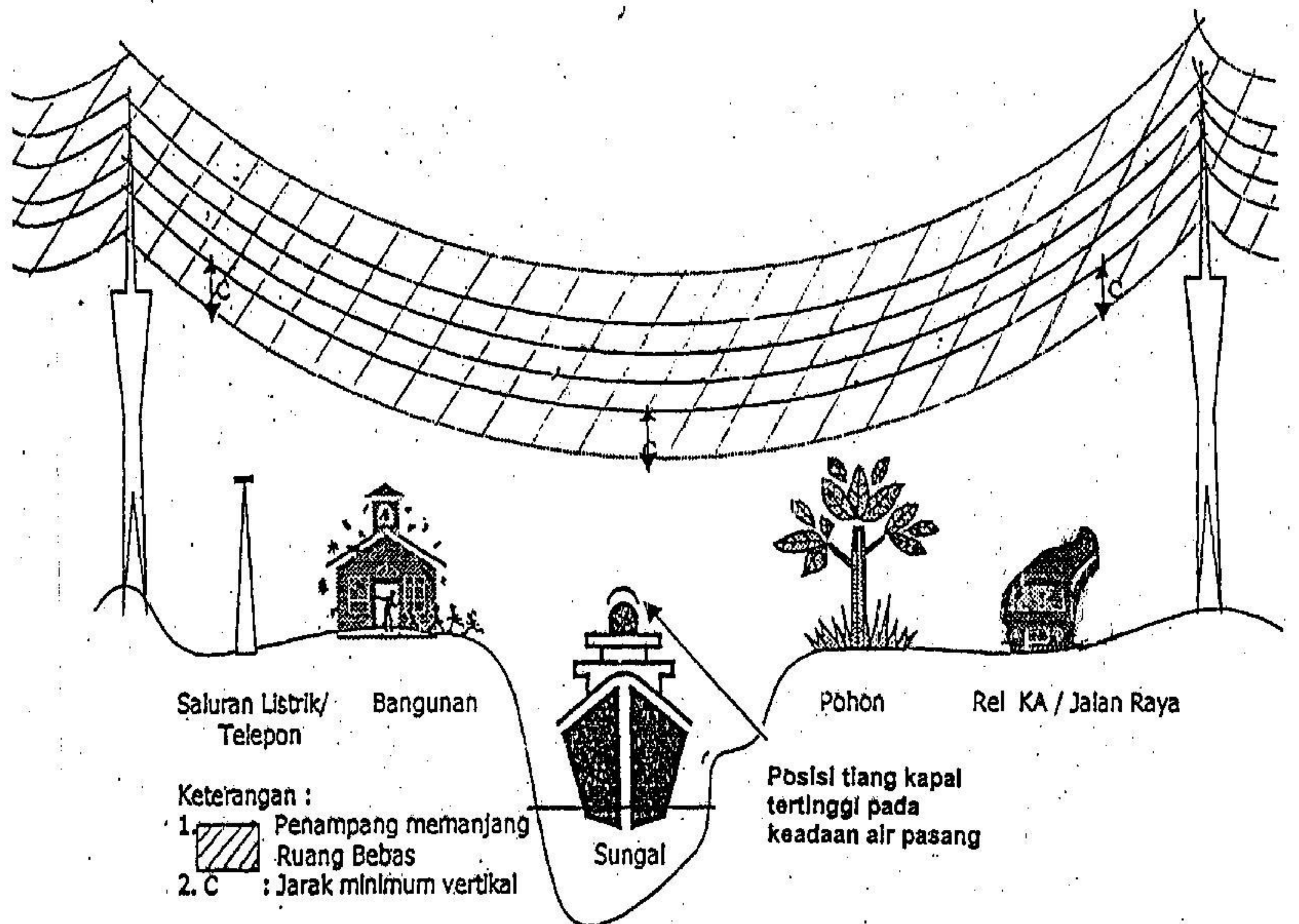
No.	Lokasi	SUTT		SUTET	
		66 kV (m)	150 kV (m)	275 kV (m)	500 kV (m)
1.	Lapangan terbuka atau daerah terbuka ^a	7,5	8,5	10,5	12,5
2.					
2.1	Daerah dengan keadaan tertentu	4,5	5,0	7,0	9,0
2.2	Bangunan, jembatan ^b				
	Tanaman / tumbuhan, hutan,	4,5	5,0	7,0	9,0
2.3	perkebunan ^b	8,0	9,0	11,0	15,0
2.4	Jalan / jalan raya / rel kereta api ^a	12,5	13,5	15,0	18,0
2.5	Lapangan umum ^a				
	SUTT lain, saluran udara tegangan rendah (SUTR), saluran udara tegangan				
	menengah (SUTM), saluran udara	3,0	4,0	5,0	8,5
2.6	komunikasi, antena dan kereta , gantung ^b				
	Titik tertinggi tiang kapal pada kedudukan air pasang / tertinggi pada lalu lintas air ^b	3,0	4,0	6,0	8,5
Catatan : ^a Jarak bebas minimum vertikal dihitung dari permukaan bumi atau permukaan jalan / rel. ^b Jarak bebas minimum vertikal dihitung sampai titik tertinggi / terdekatnya.					

Tabel 5 Jarak bebas minimum horizontal dari sumbu vertikal menara / tiang

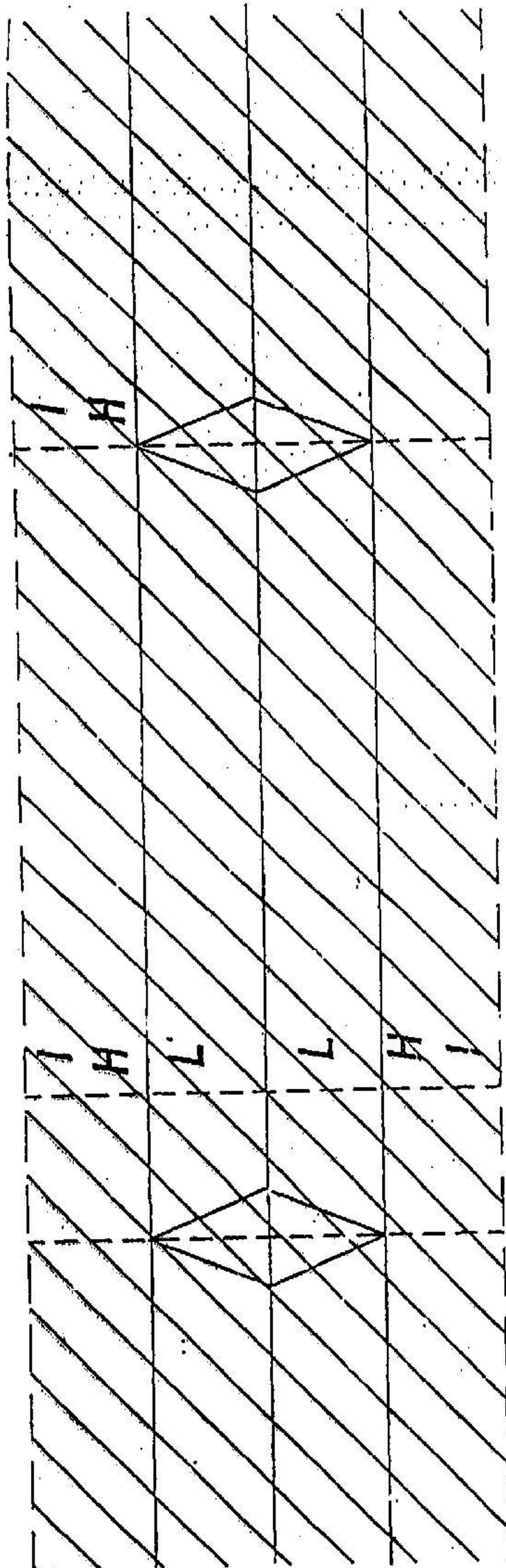
No.	Saluran udara	Jarak dari sumbu vertikal menara / tiang ke konduktor L (m)	Jarak horizontal akibat ayunan konduktor H (m)	Jarak bebas impuls petir (untuk SUTT) atau jarak bebas impuls switsing (untuk SUTET) I (m)	Total $L + H + I$ (m)	Pembulatan n (m)
1.	SUTT 66 kV tiang baja	1,80	1,37	0,63	3,80	4,00
2.	SUTT 66 kV tiang beton	1,80	0,68	0,63	3,11	4,00
3.	SUTT 66 kV menara	3,00	2,74	0,63	6,37	7,00
4.	SUTT 150 kV tiang baja	2,25	2,05	1,50	5,80	6,00
5.	SUTT 150 kV tiang beton	2,25	0,86	1,50	4,61	5,00
6.	SUTT 150 kV menara	4,20	3,76	1,50	9,46	10,00
7.	SUTET 275 kV sirkit ganda	5,80	5,13	1,80	12,73	13,00
8.	SUTET 500 kV sirkit tunggal	12,00	6,16	3,10	21,26	22,00
9.	SUTET 500 kV sirkit ganda	7,30	6,16	3,10	16,56	17,00



Potongan : a - a



Gambar 1 Penampang memanjang ruang bebas

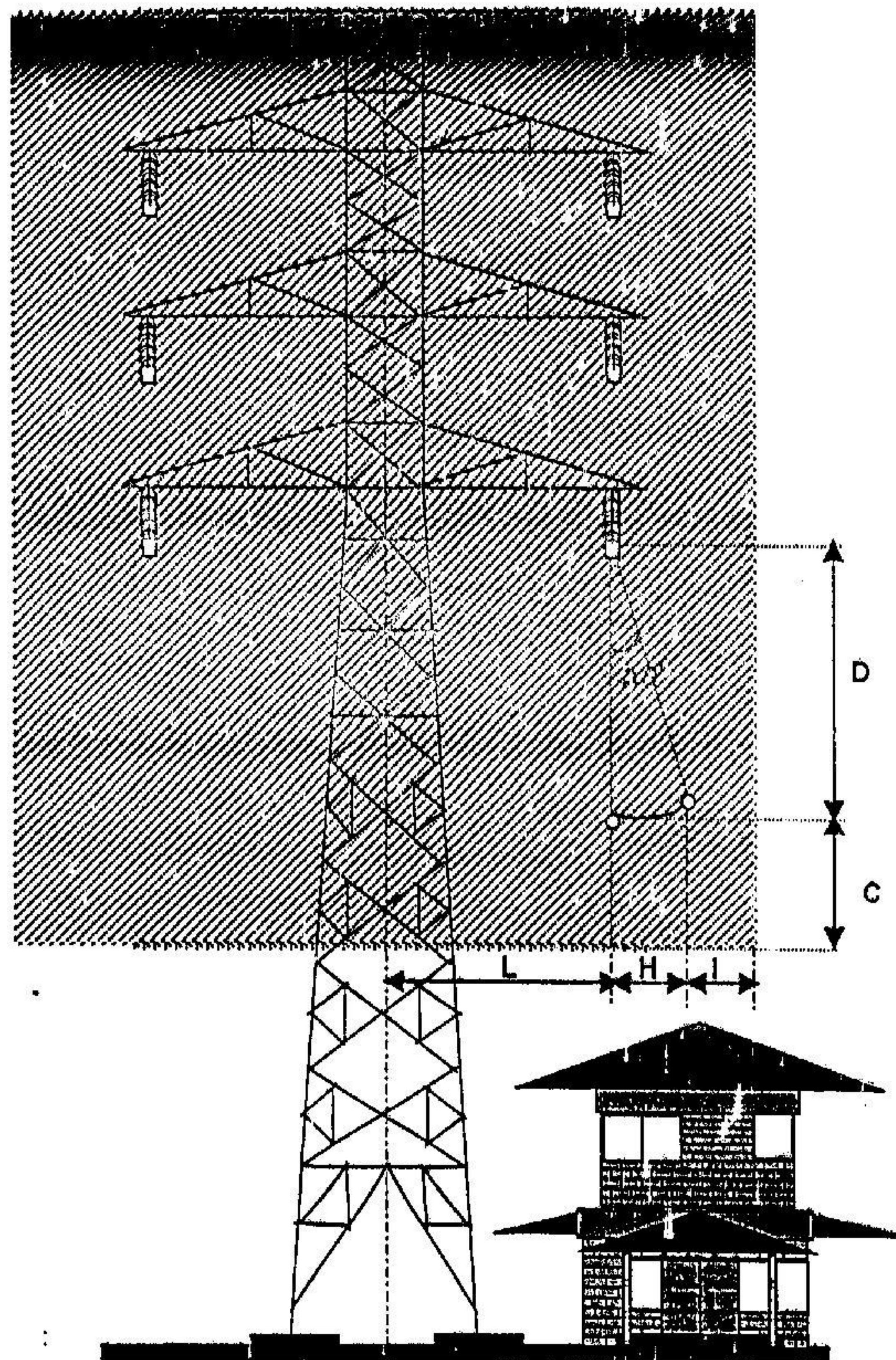


Saluran
transmisi


Keterangan :

1. : Penampang memanjang ruang bebas
2. I = jarak dari sumbu vertical menara / tiang ke konduktor.
 H = jarak horizontal akibat ayunan konduktor
 L = jarak bebas impuls petir (untuk SUTT) atau jarak bebas impuls switsing (untuk SUTET).

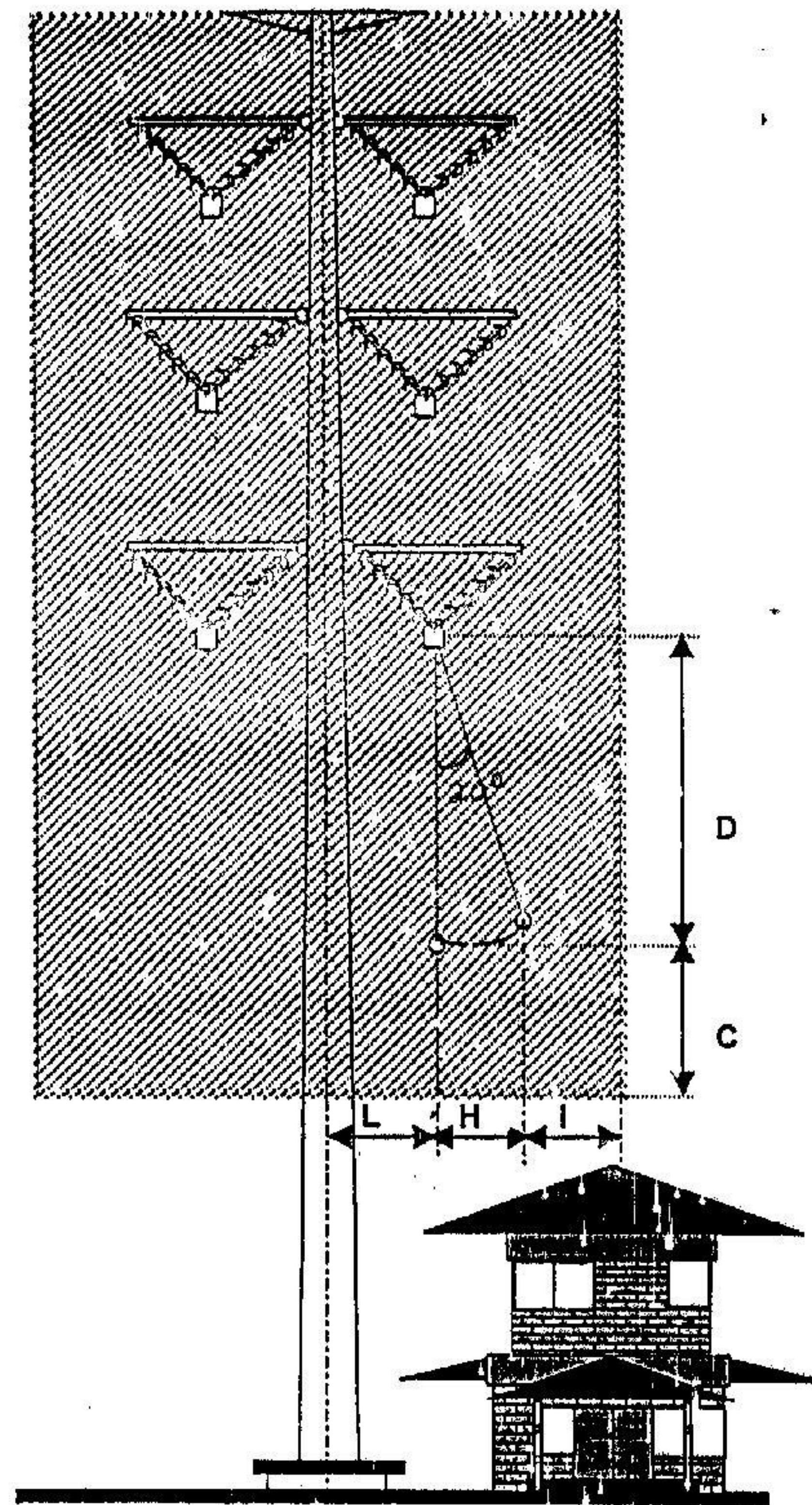
Gambar 2 Pandangan atas ruang bebas



Keterangan :

-  : Penampang melintang ruang bebas pada tengah gawang
- L : Jarak dari sumbu vertikal tiang ke konduktor
- H : Jarak horizontal akibat ayunan konduktor
- I : Jarak bebas Impuls petir
- C : Jarak bebas minimum vertikal
- D : Jarak andongan terendah ditengah gawang (antara dua menara)

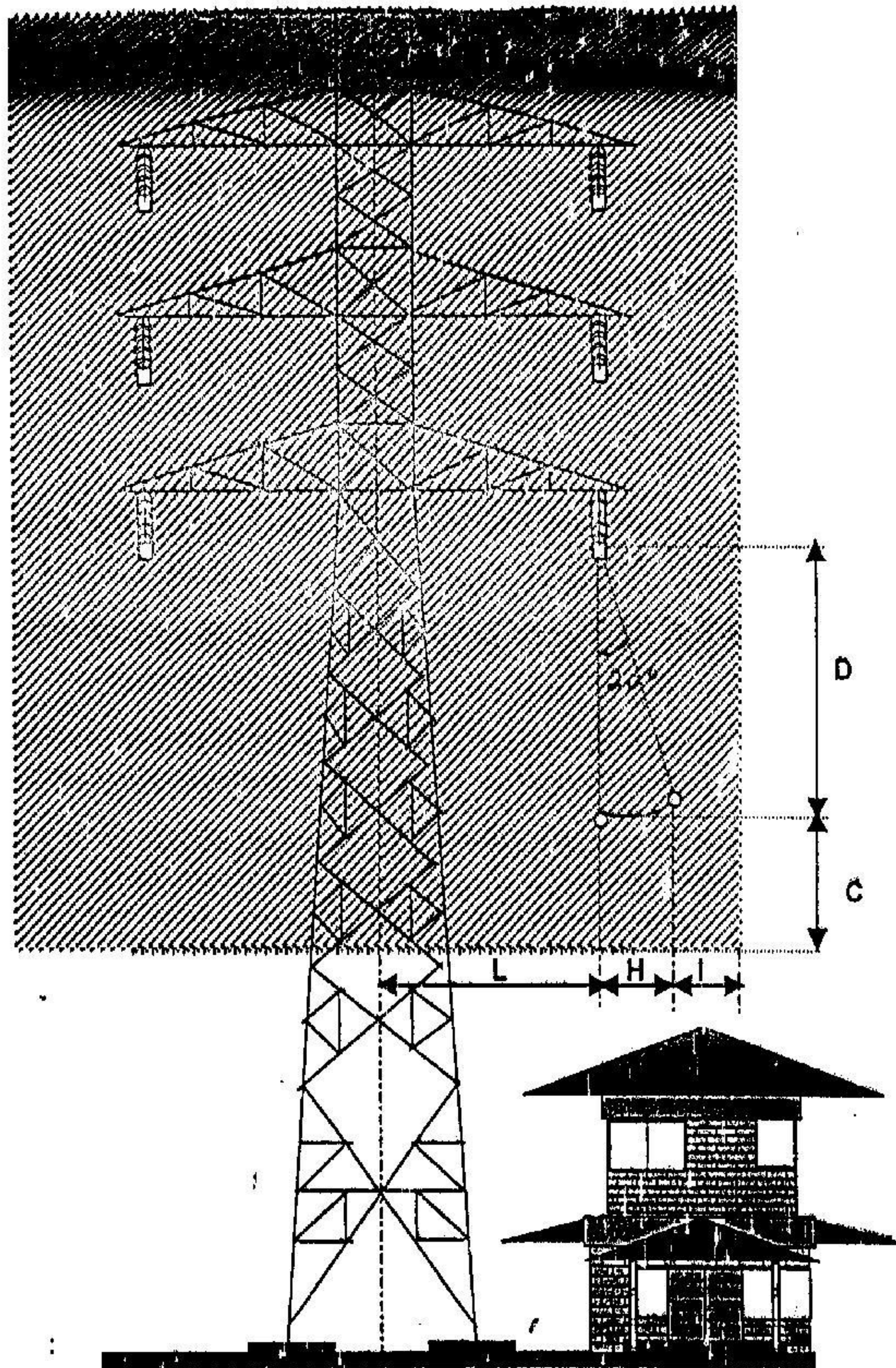
Gambar 3 : Ruang bebas SUTT 66 kV dan 150 kV menara

**Keterangan :**

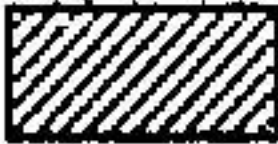
: Penampang melintang ruang bebas pada tengah gawang

- L : Jarak dari sumbu vertikal tiang ke konduktor
 H : Jarak horizontal akibat ayunan konduktor
 I : Jarak bebas impuls petir
 C : Jarak bebas minimum vertikal
 D : Jarak andongan terendah ditengah gawang (antara dua tiang)

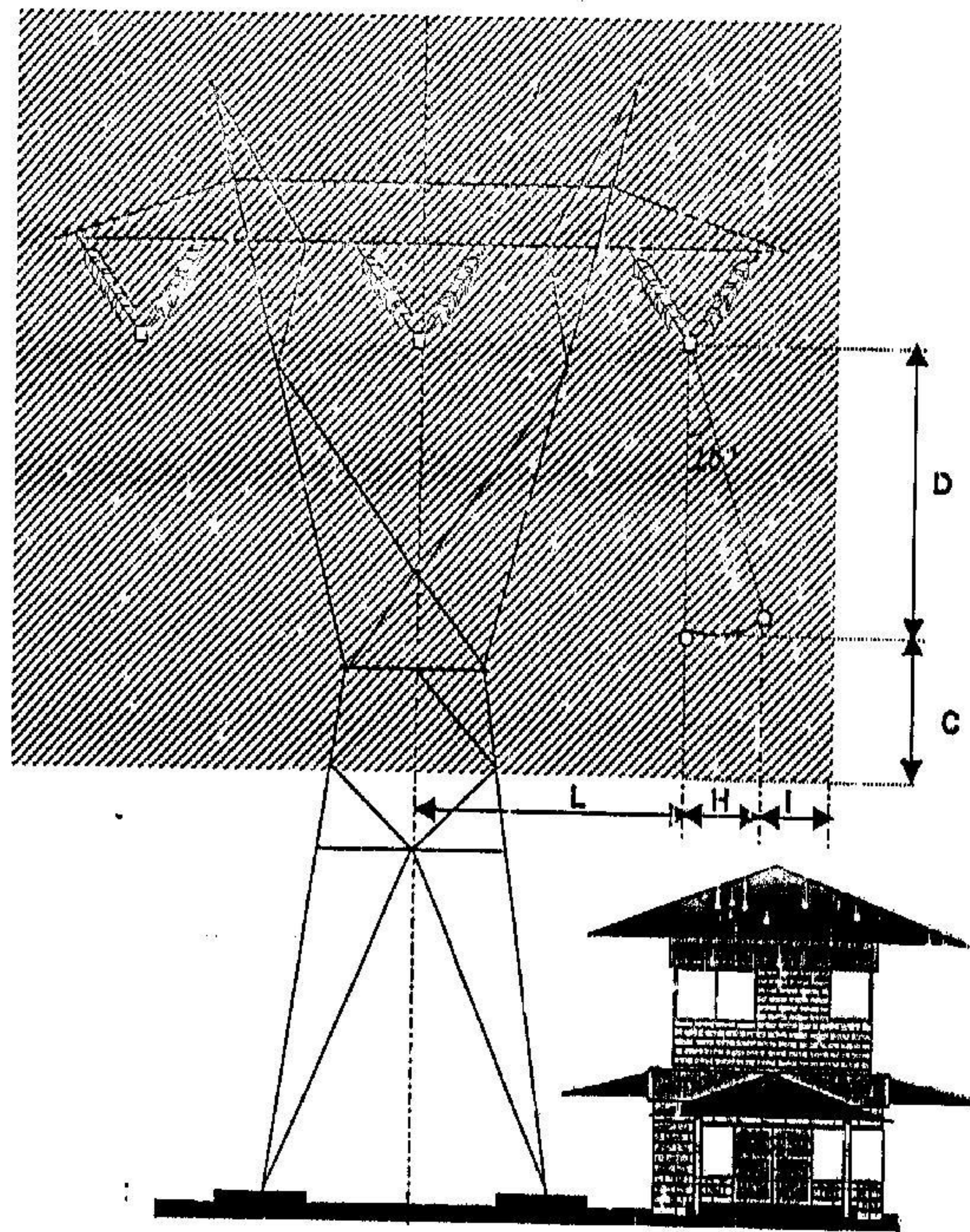
Gambar 4 : Ruang bebas SUTT 66 kV dan 150 kV tiang baja




Keterangan :

-  : Penampang melintang ruang bebas pada tengah gawang
- L : Jarak dari sumbu vertikal tiang ke konduktor
- H : Jarak horizontal akibat ayunan konduktor
- I : Jarak bebas Impuls switsing
- C : Jarak bebas minimum vertikal
- D : Jarak andongan terendah ditengah gawang (antara dua menara)

Gambar 5 : Ruang bebas SUTT 275 kV dan 500 kV sirkit ganda



Keterangan :

-  : Penampang melintang ruang bebas pada tengah gawang
- L : Jarak dari sumbu vertikal tiang ke konduktor
- H : Jarak horizontal akibat ayunan konduktor
- I : Jarak bebas impuls switsing
- C : Jarak bebas minimum vertikal
- D : Jarak andongan terendah ditengah gawang (antara dua menara)

Gambar 6 : Ruang bebas SUTT 275 kV dan 500 kV sirkit tunggal



BADAN STANDARDISASI NASIONAL - BSN
Gedung Manggala Wanabakti Blok IV Lt. 3-4
Jl. Jend. Gatot Subroto, Senayan Jakarta 10270
Telp: 021- 574 7043; Faks: 021- 5747045; e-mail : bsn@bsn.or.id